

## INTRODUCCIÓN

El excelente libro *Manual para el proyecto de estructuras de concreto armado para edificaciones* de los Ingenieros **Enrique Arnal y Salomón Epelboim**; realizado en el año 1.984 bajo solicitud y auspicios del Ministerio del Desarrollo Urbano de la República de Venezuela; editado por la Fundación Juan José Aguerrevere, Fondo Editorial del Colegio de Ingenieros de Venezuela; y basado en la Norma de *Estructuras de concreto armado para edificios* Covenin-Mindur 1753, en la Norma para *Edificaciones antisísmicas* Covenin-Mindur 1756, en la Norma de *Acciones mínimas para el proyecto de edificaciones* Covenin-Mindur 2002, en la Norma para el *Cálculo de la acción del viento en el proyecto de edificaciones* Covenin-Mindur y en la vasta experiencia de los autores, ha sido durante muchos años referencia obligada para el diseño de estructuras de concreto armado.

El éxito de este libro fue notable, y se agotó la existencia de todas sus ediciones. Actualmente solo circulan los ejemplares que tenemos quienes pudimos adquirirlo en su oportunidad. Más allá de ser un manual, esta obra constituye un libro de texto.

Mucha de la información contenida en este manual es perecedera, puesto que está referenciada a la normativa vigente para la época. Sin embargo, contiene información invaluable de carácter teórico, además de criterios para el buen diseño, que trascienden al tiempo y a las sucesivas normas. Es por este motivo que me he dado a la tarea de digitalizar algunos capítulos que siguen –y seguirán- vigentes, para el libre acceso de aquellos colegas que lo requieran. Cabe acotar que queda a juicio del ingeniero proyectista seguir los criterios expuestos en este texto, cuando sean aplicables, puesto que no son prescriptivos.

Debido a que es un producto que fue realizado por el gobierno nacional, y cuya data es de hace 25 años, no pienso que no pueda pertenecer al dominio público, tal como hoy día ocurre con las Normas Covenin. Esta difusión pública se ha realizado sin el permiso previo para ello.

Antolín Martínez A.  
Puerto Ordaz, Julio 2010

## **CAPÍTULO 6 – SECCIÓN 6.11**

**Diseño de ménsulas.**



### ASPECTOS GENERALES

Las estructuras de tipo ménsula son apropiadas para juntas de dilatación, para soportar elementos prefijados que se apoyan en otros vaciados en sitio, etc., por lo cual se ha hecho bastante frecuente su uso y se incluyen en las Normas COVENIN-MINDUR 1753 - 81, Sección 11.8, disposiciones especiales para su diseño.

La práctica profesional en la disposición del refuerzo ha cambiado un poco desde el método que figura en el Beton Kalender de 1952 hasta el propuesto en las Normas ACI - 318-77. Por tal motivo se incluye este tema con cierta extensión en este Manual.

### FLUJOGRAMAS Y EJEMPLOS

Se incluyen flujogramas para el dimensionamiento y diseño detallado de ménsulas tratándose los siguientes puntos:

- A. Diseño de plancha de apoyo de neopreno
- B. Dimensionamiento de la ménsula
- C. Diseño del refuerzo metálico
- D. Diseño de ménsula metálica

Cada flujograma va acompañado de su respectivo ejemplo.

Se incluye también una isometría del refuerzo metálico.

### RELACIONES DE DIMENSIONES

De acuerdo con la Norma COVENIN-MINDUR 1753-81, las relaciones de dimensiones de las ménsulas, para que sea aplicable el método de diseño aquí incluido, serían las siguientes:

- 1) La distancia entre la carga concentrada aplicada y la cara del apoyo debe ser menor que  $d$ .



- 2) La altura de la ménsula en su borde externo debe ser mayor o igual que la mitad de la altura de la sección crítica.
- 3) El borde externo del área cargada debe estar a no menos de 5 cms. del extremo de la ménsula.

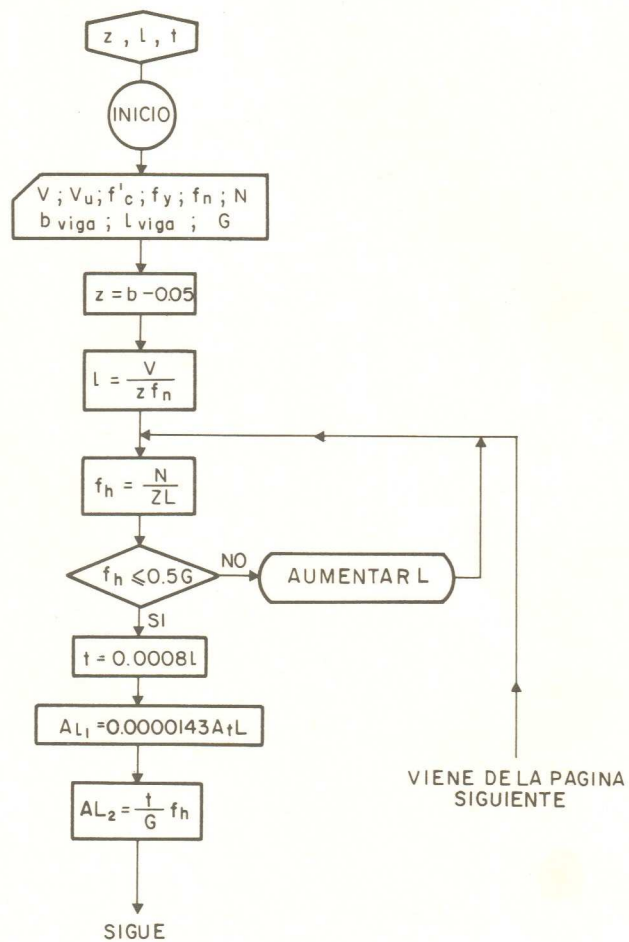
#### BIBLIOGRAFIA

- Beton Kalender  
Ed. Wilhelm and Sohn - Berlín 1952.
- Diseño de Conexiones de Elementos Prefabricados de Concreto. Instituto Mexicano de Cemento y del Concreto A. C.



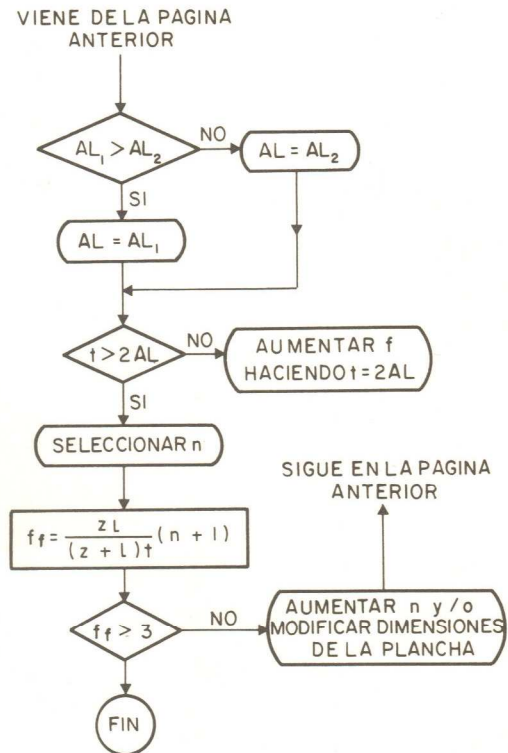
## A) PLANCHA DE APOYO

## FLUJOGRAMA 6.3





### FLUJOGRAMA 6.3

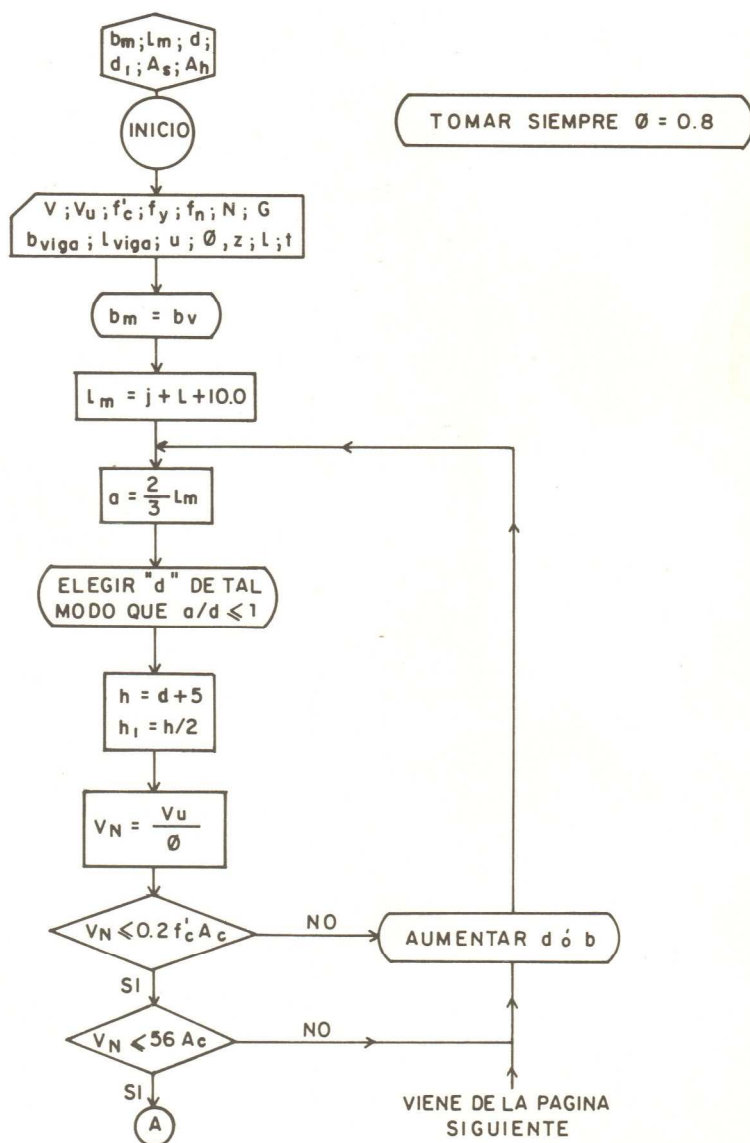




B) - DISEÑO DE LA MENSULA

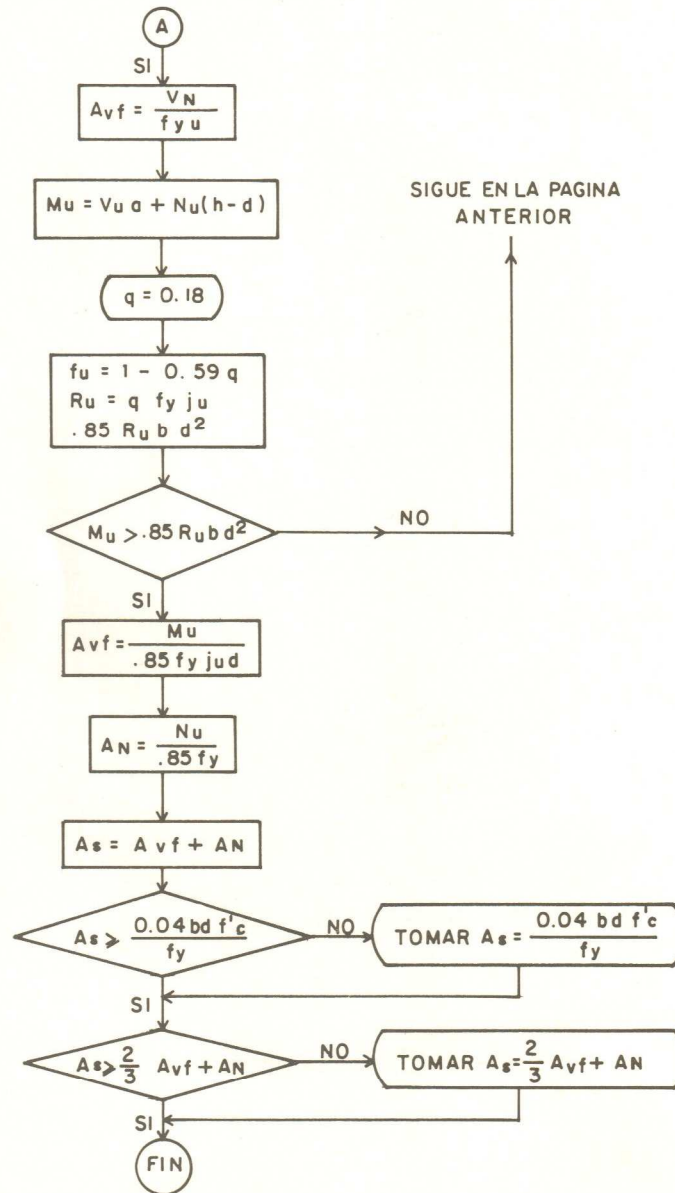
C) - REFUERZO METALICO

## FLUJOGRAMA 6.4





### FLUJOGRAMA 6. 4

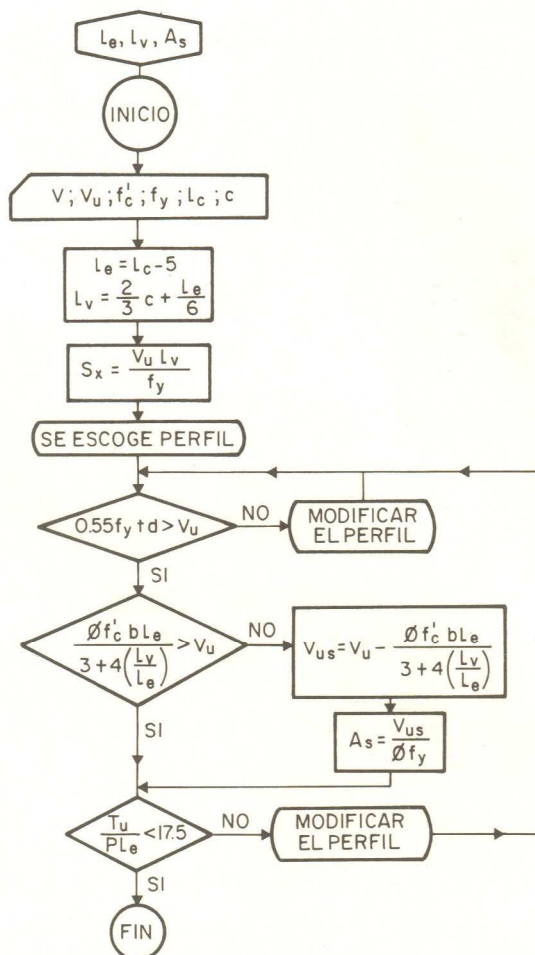






## D) - DISEÑO CON EMPLEO DE MENSULA METALICA

FLUJOGRAMA 6.5





## DISEÑO DE MENSULA

### DETERMINAR :

DIMENSIONES Y REFUERZO  
DE LA MENSULA Y DE LA  
PLANCHA DE APOYO.

### DATOS :

$$\begin{aligned} V &= 25.000 \text{ Kg.} \\ b_{\text{viga}} &= 40 \text{ cms.} \\ L_{\text{viga}} &= 9 \text{ mts.} \\ f'_c &= 300 \text{ K/cm}^2 \\ f_y &= 4.200 \text{ K/cm}^2 \\ f_n &= 56 \text{ K/cm}^2 \\ G &= 10 \text{ K/cm}^2 \end{aligned}$$

### A) DISEÑO PLANCHA DE APOYO

A1- SE CALCULA EL ANCHO DE LA  
PLANCHA :

$$Z = b - .05 = 40 - 5 = 35 \text{ cms.}$$

A2- PRIMER TANTEO PARA CALCULAR EL LARGO DE LA PLANCHA

$$L = \frac{V}{Z f_n} = \frac{25.000}{35 \times 56} = 12.7 \text{ cms. SE ADOPTA } L = 15 \text{ cms.}$$

A3- SE CALCULA EL ESFUERZO TANGENCIAL

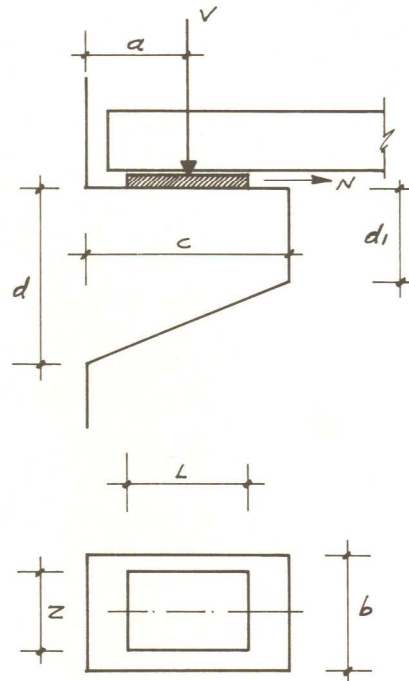
$$f_h = \frac{N}{Z \times L} ; N = .20 \times V = .20 \times 25.000 = 5.000 \text{ K.}$$

$$f_h = \frac{5.000}{35 \times 15} = 9.52 \text{ K/cm}^2$$

A4- SE VERIFICA  $f_h$

$$f_h \leq 0.5 G \quad 9.52 \leq 0.5 \times 10 \quad 9.52 \nless 5 ,$$

SE AUMENTA  $L$  Y SE CALCULA EL NUEVO  $f_h$ .





Δ5. SE TOMA  $L = 30$

$$f_h = \frac{5.000}{35 \times 30} = 4.77 < 5, \text{ se adopta } L = 30 \text{ cms.}$$

Δ6. SE CALCULA EL ESPESOR PRELIMINAR DE LA PLANCHA

$$t = 0.0008 L$$

$$t = 0.0008 \times 900 = 0.72 \text{ cms. se adopta } t = 1.2 \text{ cms.}$$

Δ7. SE VERIFICA EL ESPESOR

$$\Delta L_1 = 0.000143 \Delta t L = 0.000143 \times (20) \times 9 = 0.0026 \text{ m} = 0.26 \text{ cm.}$$

$$\Delta L_2 = \frac{t}{6} f_h = \frac{1.2}{10} \times 4.77 = 0.57 \text{ cm.}$$

$$0.57 > 0.26 \quad \Delta L_2 > \Delta L_1$$

$$\Delta L = \Delta L_1 = 0.57$$

$$t > 2 \Delta L \quad 1.2 > 2 \times 0.57 = 1.14, \text{ se adopta } t = 1.2 \text{ cm.}$$

Δ8. SE SELECCIONA EL N° DE LAMINAS

$$n = 0$$

Δ9. SE CALCULA EL FACTOR DE FORMA

$$ff = \frac{2L}{(2+L)t} (n+1) = \frac{35 \times 30}{(35+30) 1.2} = 13.46$$

Δ10. SE VERIFICA EL  $ff$

$$ff > 3 \quad 13.46 > 3$$



### B) DIMENSIONES MENSULA

B1- SE ADOPTA EL ANCHO DE LA MENSULA

$$b_m = b_v \quad b_m = 40 \text{ cms.}$$

B2- SE CALCULA LA LONGITUD DE LA MENSULA

$$L_m = j + L + 10.0 = 2.5 + 30 + 10.0 = 42.5 \text{ cms.}$$

$$\text{se adopta } L_m = 45 \text{ cms.}$$

B3- SE CALCULA EL BRAZO DE LA FUERZA CORTANTE

$$a = \frac{2}{3} L_m = \frac{2}{3} 45 = 30 \text{ cms.}$$

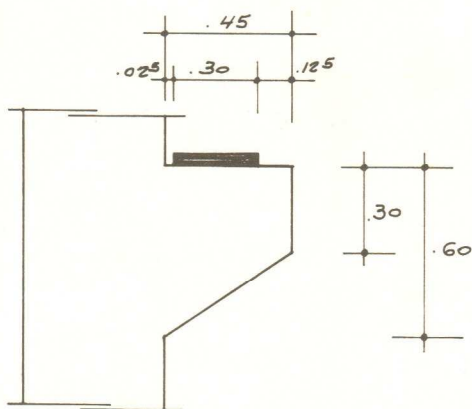
B4- SE ESCOGE LA ALTURA DE LA MENSULA "d"

PARA QUE  $a/d \leq 1$

$$d = 55 \quad \frac{30}{55} = 0.55 < 1$$

B5- SE CALCULA LA ALTURA DEL EXTREMO DE LA MENSULA.

$$d_1 = \frac{d}{2} = \frac{55}{2} = 27.5 \quad \text{se adopta } h_1 = 30 \text{ cms.}$$





### C) REFUERZO METÁLICO

C1- SE CALCULA LA TRACCIÓN EN LA MENSULA AUNQUE SE DISPONDRAN DISPOSITIVOS PARA QUE LA MENSULA NO QUEDA SOMETIDA A TRACCIÓN DIRECTA SE SUPONDRÁ UNA TRACCIÓN OCASIONAL.

$$V = 25.000 \text{ K.} \quad V_u = 1.6 \times 25.000 = 40.000 \text{ K.}$$

$$N_u = .20 V_u = .20 \times 40.000 = 8.000 \text{ K.}$$

C2- SE CALCULA EL CORTANTE DE DISEÑO

$$V_n = \frac{V_u}{\phi} = \frac{40.000}{.85} = 47.060$$

SE DEBE TENER:

$$V_n \leq 0.2 f'_c A_c \quad \text{y} \quad V_n \leq 56 A_c$$

$$0.2 \times 300 \times 55 \times 40 = 132.000 \text{ K} > 47.060$$

$$56 \times 55 \times 40 = 123.200 \text{ K} > 47.060$$

C3- SE CALCULA EL REFUERZO DE CORTE POR FRICCIÓN

$$\Delta v_f = \frac{V_n}{f_{yu}} = \frac{47.060}{4200 \times 1.4} = 8.00 \text{ cm}^2$$

SE USARÁN 6 ESTRIBOS DE  $\phi 3/8$ " DE 2 RAMAS (EL CÁLCULO SE HIZO CON  $u = 1.4$  POR SER LA MENSULA MONOLÍTICA CON LA COLUMNA)

C4- SE CALCULA EL ACERO POR FLEXIÓN ( $\Delta f$ )

$$M_u = V_u a + N_u (h - d)$$

$$M_u = 40.000 \times 0.30 + 8.000 (.60 - .55) = 12.400 \text{ K-m.}$$

CON:  $b = 40$ ;  $d = 55$ ;  $f'_c = 300$  y  $f_y = 4200$

SE OBTIENEN DE LA TABLA 4.6, pag. 171

LOS SIGUIENTES VALORES:

$$\phi f_y j u d = 1689 \quad \text{y} \quad \phi R_u b d^2 = 43.439 > 12.400$$

$$\Delta v_f = \frac{M_u}{\phi f_y j u d} \times \frac{.90}{.85} = \frac{12.400}{1689} \times \frac{.90}{.85} = 7.77 \text{ cm}^2$$

(SE CORRIGIO EL VALOR DE  $\phi$  PARA 0.85 EN LUGAR DE 0.90)

C5- SE CALCULA EL ACERO DE TRACCIÓN:

$$\Delta N = \frac{N_u}{\phi f_y} = \frac{8.000}{.85 \times 4200} = 2.24 \text{ cm}^2$$



C6-SE CALCULA EL ACERO PRINCIPAL

$$A_s = \Delta v f + \Delta N = 7.77 + 2.24 = 10.01$$

(se usaron  $4\phi^{3/4}$ )

C7-SE COMPRUEBA SI:

$$A_s \gg \frac{0.04 b d f'_c}{f_y} = \frac{0.04 \times 40 \times 55 \times 300}{4200} = 6.28 \text{ cm}^2$$

C8-SE COMPRUEBA SI:

$$A_s \gg \frac{2}{3} \Delta v f + \Delta N = \frac{2}{3} 8.0 + 2.24 = 7.57 \text{ cm}^2$$

#### D) DISEÑO CON EMPLEO DE MENSULA METALICA

DETERMINAR:  
DIMENSIONES Y REFUERZO  
DE LA MENSULA.

DATOS:

$$\begin{aligned} f'_c &= 300 \text{ K/cm}^2 \\ f_y &= 4200 \text{ K/cm}^2 \\ V &= 25000 \text{ Kg.} \\ L_c &= 60 \text{ cms.} \\ c &= 30 \text{ cms.} \end{aligned}$$

D1-SE CALCULA  $L_e$  Y  $L_v$ 

$$L_e = 60 - 5 = 55 \text{ cms.}$$

$$L_v = \frac{2}{3} c + \frac{L_e}{6} = \frac{2}{3} \times 30 + \frac{55}{6} = 29 \approx 30 \text{ cm.}$$

D2-SE DETERMINA EL PERFIL  
POR MOMENTOS

$$S_x = \frac{V_u L_v}{f_y} = \frac{40000 \times 30}{2400} = 500 \text{ cm}^3$$

USAR PI SIDOR # 30

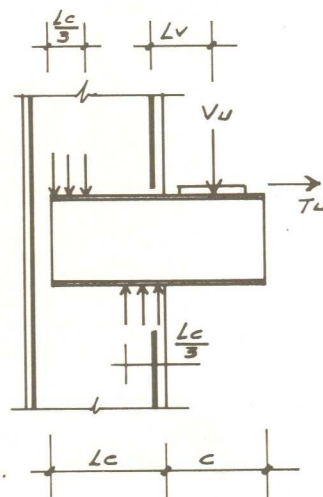
$$S_x = 653$$

$$t_w = 10.8 \quad t_f = 16.2 \text{ mm.}$$

$$b_f = 12.5$$

D3-SE VERIFICA EL CORTE

$$V_u = 0.55 f_y t_d = 0.55 \times 2400 \times 1.08 \times 30 = 42768 > 40000$$







D4- SE CALCULA LA CAPACIDAD RESISTENTE DEL CONCRETO

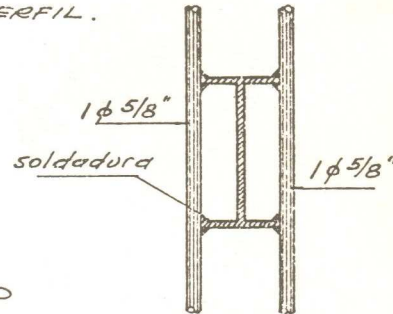
$$V_{us} = \frac{\phi f'_c b L_e}{3 + 4 \left( \frac{L_v}{L_e} \right)} > V_u \quad \frac{.85 \times 250 \times 12.5 \times 55}{3 + 4 \left( \frac{30}{55} \right)} = 28.193 \text{ K.}$$

LA RESISTENCIA ES MENOR DE LA REQUERIDA,  
SE INCREMENTARA, AGREGANDO ACERO.

$$V_{us} = 40.000 - 28.193 = 11.806 \text{ K.}$$

$$\Delta s = \frac{V_{us}}{\phi f_y} = \frac{11.806}{.85 \times 4.200} = 3.31 \text{ cm}^2$$

SE AÑADIRAN 2 BARRAS DE  $\phi 5/8"$   
SOLDADAS A LAS ALAS DEL PERFIL.



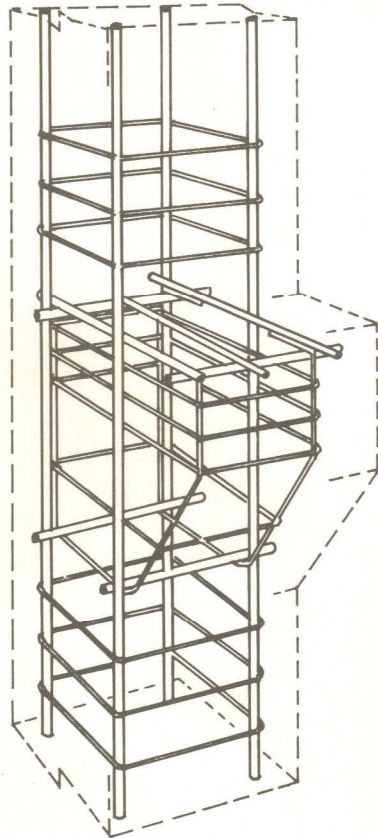
D5- SE VERIFICARA EL ESFUERZO  
DE ADHERENCIA ENTRE EL PERFIL  
Y EL CONCRETO.

$$P_{\text{perimetro}} = 2 \times 12.5 + 2(12.5 - 1.08) + 2(30 - 1.62) = 105.6 \text{ cms.}$$

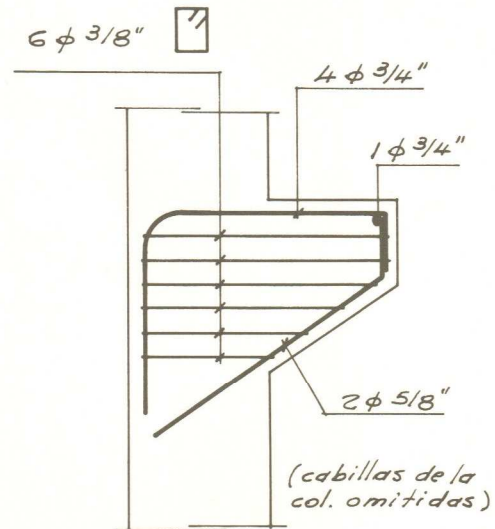
$$\tau_{adh} = \frac{N_u}{p l_e} = \frac{10.000}{105.6 \times 55} = 1.721 \text{ K/cm}^2 < 17.5$$



## REFUERZO METÁLICO



ISOMETRIA DEL  
REFUERZO.



CORTE DE MENSULA.